電流分布解析ソフトウェア　仕様書

1．電流分布解析ソフトウェアの概要

（1）主な内容

複雑に並んだプローブ先端の電流分布を均一化するために、３次元の電流分布を解析し、電流制御板の形状および膜厚を計算するめっきシミュレーションシステム

（2）取扱い

・電流分布解析ソフトウェアは、レンタル契約として下記の期間を限定して使用する。
　レンタル期間：契約日から平成２３年２月２８日までの間

・レンタル期間終了後は、電流分布解析ソフトウェアを利用できないようにソフトウェアでの制限、またはキー等を用いて物理的に使用できないようにすること。

2．基本仕様（ユーザーインターフェース）

【ソフトウェアに必要な機能】

① 形状作成機能：
　・３次元モデラによるめっき槽の３次元形状の作成機能

② CAD データコンバータ：
　・SAT、IGES などの汎用 CAD データのインポート機能

③ パターン率自動設定機能：
　・２次元 CAD により作成したプローブ先端位置パターンデータの読みおよびパターン率の自動設定機能

④ 解析結果表示機能：電位分布
　・電位分布表示（3 次元コンター表示）
　・電流密度分布表示（3 次元ベクトル表示、2 次元コンター表示）
　・膜厚分布表示（2 次元コンター表示、1 次元グラフ表示）入出力データ

3．入出力データ

（1）ソフトウェアを使用して、３次元の電流分布を解析し、電流制御板の形状及び膜厚を計算するためには、下記の表で示した項目を入力して、出力の項目に記載された数値データが求められること。

入力	計算体系	①．めっき槽全体の構造
		②．カソード面内のプローブ先端位置
	計算条件（物性データ，めっき条件）	③．析出金属
		・原子量 [kg/mol]
		・価数 [-]
		・密度 [kg/m^3]
		・電気伝導度 [S/m]
		④．めっき液
		・電気伝導度 [S/m]
		・カソードの分極曲線 η_C [V]（Tafel 型、B-V 型、テーブル入力）
		・アノードの分極曲線 η_A [V]（Tafel 型、B-V 型、テーブル入力）
		⑤．めっき時間 [s]
		⑥．電流効率 [-]

入力		⑦．電流量［A］
		⑧．シード膜厚［m］
		⑨．シード電気伝導度［S/m］
出力	①．電流制御板の形状	
	②．電位分布［V］（3次元コンター表示）	
	③．電流密度分布［A/m^2］（3次元ベクトル表示、2次元コンター表示）	
	④．膜厚分布［m］（2次元コンター表示、1次元グラフ表示）	

（２）解析モジュール

３次元の電流分布を解析し、電流制御板の形状及びめっき膜厚を計算するめっきシミュレーションは、パターン率平均化近似機能（特許番号３８２９２８１号）の手法を含めた、下記の計算手法を用いて解析を行うソフトであること。

【８分木法メッシュを用いた有限体積法による３次元電流分布解析】

① パターン率平均化近似機能　※《１》
- 面積比に応じたパターン率を使用できること
- 演算時間を削減するため計算精度を保持すること

② 有限体積法による３次元電位解析：
- 電位に関するラプラス方程式
- Euler 法に基づく陰解法
- ILU-BiCGSTAB 法による連立１次元方程式

③ 電極上の分極曲線モデル：
- Tafel 型、B-V 型、テーブルデータによる分極曲線モデル

④ めっき膜厚計算：
- シード膜抵抗の影響をめっき膜厚計算式に反映すること。
- めっき膜厚計算式に、めっき処理時間を反映すること。

４．シミュレーション領域

計算によって求められる領域は、めっき槽全体、カソード面、プローブ先端部における電流分布や電流制御板の形状及び、めっき膜厚をシミュレーションすることができること。

- めっき槽全体解析は、メートルスケールで解析されること。
- カソード面内解析は、ミリスケールで解析されること。
- プローブ先端部の個別パターン内解析は、ミクロンスケールで解析されること。
- プローブ先端の電流分布を均一化する電流制御板の形状が解析されること。

５．保守点検

レンタル期間中に発生した不具合については、速やかに保守対応すること。

６．付属品

- 取扱説明書　電子ファイル

※《1》の詳細は、別紙「特定機能必要理由書」に記載

（別紙）

電流分布解析ソフトウェア　特定機能必要理由書

１．特定機能について

(1) 「めっき技術を応用したプローブ針の高機能化に関する研究開発」において、複雑に並んだプローブ先端の電流分布を均一化するためには、３次元の電流分布を解析し、電流制御板の形状および膜厚を計算する必要があり、そのためには特定機能を有しためっきシミュレーションシステムが必要である。

(2) 平成 21 年度は、研究開発メンバーでプローブ針の最適な配列を検証し、平成 22 年度はアドバイザーとして参加するセミコンダクタ九州・山口㈱山口工場によるプローブ針の配列の最適性を検証することとしている。

２．特定機能が必要な理由

2-1 パターン率平均化近似機能

複雑に並んだプローブ先端の電流分布をパターン化することで、高い精度のまま効率的に計算する機能

H22 年度の研究開発の項目「イ-（ア）-⑤電流制御板の設計・作成」では、電流制御板を使用して複雑な配列をしたプローブ先端部へ粒状めっき皮膜を析出させるためには、コンピュータシミュレーションによる３次元的な解析が不可欠となる。

ただし、プローブは複雑な配列をしており、その配列を忠実に再現すると計算が複雑化するため、プローブ先端部の配列を近似し、高い精度のまま効率的に計算する機能として、パターン率平均化近似機能が必要不可欠である。

パターン率平均化近似機能は、株式会社日立製作所により**特許「膜厚分布解析方法、電子回路基板及び製造プロセスの設計装置：特許番号３８２９２８１号」**で取得されており、本特許は電流分布解析ソフトウェアにおいて、プローブ先端部の配列を近似するために必須の技術であり、この特許技術を用いたソフトウェアが必要である。

３．参考資料

株式会社日立製作所の特許「膜厚分布解析方法、電子回路基板及び製造プロセスの設計装置」の請求項は、以下のとおりである。

【請求項１】

電子回路基板の回路パターン上に選択的にメタルを析出させる電気めっき方法によって形成された析出メタルの膜厚の分布を解析する膜厚分布解析方法において、一つもしくは複数の電子回路基板を任意の一つもしくは複数の領域に分割し、任意の領域 j の面積 Sj 及び領域 j 内の被めっき面の面積 Aj としたとき、膜厚分布解析に用いる関数に比 Aj ／ Sj で定義されるパターン率 θj ＝ Aj ／ Sj を導入して平均的な電流密度または膜厚分布を計算することを特徴とする膜厚分布解析方法。

【請求項２】

電子回路基板の回路パターン上に選択的にメタルを析出させる電気めっき方法に

よって形成された析出メタルの膜厚分布解析方法及びプログラムにおいて、１つもしくは複数の電子回路基板を任意の一つもしくは複数の領域に分割し、任意の領域 j の面積 Sj 及び領域 j 内の被めっき面の面積 Aj としたとき、領域 j における境界条件を求めるに当って、比 Aj ／ Sj で定義されるパターン率 θj ＝ Aj ／ Sj を領域 j の境界条件を表す数式に含むこと、または、領域 j ごとにパターン率 θj に対応して異なる境界条件を用いることを特徴とする膜厚分布解析方法。

【請求項３】
請求項１または請求項２において、分割した電子回路基板上の領域 j 内のメッシュ $m_{(j)}$ における電流密度を $I_{m(j)}$ を用いて、解析体系全体の平均電流密度 ＝ $[\Sigma_{j=1,N}\Sigma_{m=1,m(j)}\theta j \times I_{m(j)} \times S_{m(j)}] / [\Sigma_{j=1,N}\Sigma_{m=1,M(j)}\theta_j \times S_{m(j)}]$（ただし、 N は分割領域数、 M(j) は領域 j に含まれるメッシュ数）を所定の値 I_0 とすることを特徴とする膜厚分布解析方法。

【請求項４】
請求項１から請求項３のいずれかにおいて、１つもしくは複数の特定領域の面積を他領域の面積に比べて小さくすることを特徴とする膜厚分布解析方法。

【請求項５】
請求項１から請求項４の少なくとも１つもしくは複数の膜厚分布解析方法を用いて所望の膜厚分布となる回路パターン及びめっきプロセス条件を設計する電子回路基板及び製造プロセス設計装置であって、電子回路基板に所望の膜圧分布を指定する回路パターン及びめっきプロセスを指定する解析条件入力部と、電子回路基板を任意の領域に分割し、各領域のパターン率を設定する解析体系作成部と、該パターン率を用いて膜厚分布を計算する膜厚分布解析部と、該膜厚分布を出力する出力部と、該膜厚分布出力と前記所望の膜厚分布を比較する膜厚分布評価部を有することを特徴とする電子回路基板及び製造プロセス設計装置。

【請求項６】
請求項５において、顧客の指定する回路パターン及びめっきプロセス条件に対応する膜厚分布を出力結果として顧客に提示する設計支援サービスを行うことを特徴とする電子回路基板及び製造プロセス設計装置。